

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-027139

(43)Date of publication of application : 27.01.1995

(51)Int.Cl.

F16C 33/62
C21D 9/40
C22C 38/00
C22C 38/18
C23C 8/32
F16C 33/32

(21)Application number : 06-098926

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 12.05.1994

(72)Inventor : MURAKAMI YASUO
SEKINO KAZUO
MITAMURA NOBUAKI

(30)Priority

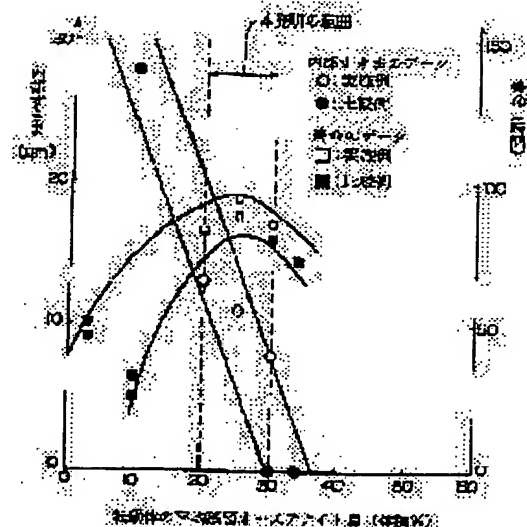
Priority number : 05111950 Priority date : 13.05.1993 Priority country : JP

(54) ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a rolling bearing by which both excellent dimensional stability and the long rolling service life can be held under conditions where a temperature is high and a foreign matter is mixed in lubricant in the bearing.

CONSTITUTION: When prescribed heat treatment is applied to an inner ring, an outer ring and a rolling body composed of alloy steel containing C by 0.10 to 1.00 weight %, Cr by 0.50 to 3.00 weight %, Si by 0.15 to 1.00 weight % and Mn by 0.20 to 1.50 weight % at respective ratios, an average residual austenite quantity of the inner ring among the inner ring and the outer ring can be set not more than 4 volume %, and an average residual austenite quantity of the rolling body can be set in 20 to 30 volume %.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27139

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 C 33/62				
C 2 1 D 9/40		Z		
C 2 2 C 38/00	3 0 1	N		
38/18				
C 2 3 C 8/32		7516-4K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-98926

(22) 出願日 平成6年(1994)5月12日

(31) 優先権主張番号 特願平5-111950

(32) 優先日 平5(1993)5月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 村上 保夫

神奈川県秦野市南が丘3-2-1-306

(72) 発明者 関野 和雄

神奈川県足柄上郡中井町松本524

(72) 発明者 三田村 宣晶

神奈川県川崎市川崎区大島4-1-18-302

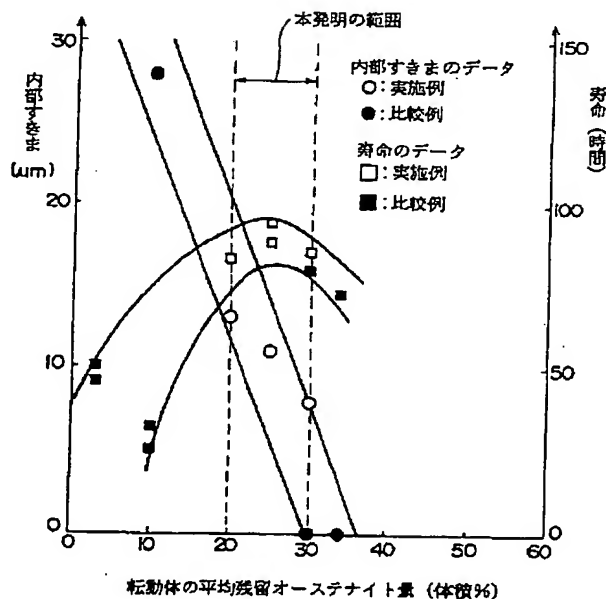
(74) 代理人 弁理士 森 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【目的】 高温であるとともに、異物が軸受内の潤滑剤中に混入している条件下において、良好な寸法安定性と長い転がり寿命との両方を保持できる転がり軸受を提供する。

【構成】 Cを0.10~1.00重量%、Crを0.50~3.00重量%、Siを0.15~1.00重量%、Mnを0.20~1.50重量%の各割合で含有する合金鋼からなる内輪、外輪、および転動体に、所定の熱処理を施すことにより、前記内輪と外輪とのうち、少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を4体積%以下とし、前記転動体の平均残留オーステナイト量を20~30体積%とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 合金鋼からなる内輪、外輪、および転動体が、浸炭処理あるいは浸炭窒化処理された後に焼入れ、焼戻しされるか、または浸炭処理あるいは浸炭窒化処理されないで焼入れ、焼戻しされてなる転がり軸受において、前記合金鋼が、C を 0.10～1.00 重量%、Cr を 0.50～3.00 重量%、Si を 0.15～1.00 重量%、Mn を 0.20～1.50 重量%の各割合で含有し、残部が Fe および不可避免的に混入する不純物であるとともに、前記内輪と外輪とのうち、少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を 4 体積%以下とし、前記転動体の平均残留オーステナイト量を 20～30 体積%としたことを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車、農業機械、建設機械、および鉄鋼機械等に使用される転がり軸受に関し、特に、高温且つ異物混入潤滑下（軸受内の潤滑剤中に異物が混入している状態）において、良好な寸法安定性と長い転がり寿命とを保持できる、トランスミッションやエンジン用として好適な転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】 転がり軸受の寿命を低下させる要因の一つとして、例えば、軸受内に供給された潤滑剤中に異物（金属の切粉、バリ、磨耗粉など）が混入し、軸受が動いている時に、この異物が内輪、外輪、および転動体に損傷を与えることが挙げられる。そして、軸受内の潤滑剤中に異物が混入していると、その軸受の寿命は、異物の混入がほとんどないものの場合の約 10 分の 1 にまで短くなることがある。

【0003】 このような異物混入による軸受の寿命低下を改善するために、特開昭 64-55423 号公報には、内輪、外輪、および転動体を形成する合金鋼の炭素量と、各部材における表面層の残留オーステナイト量とを所定の範囲に限定することが開示されている。一方、近年、エンジンの高出力化に伴い、トランスミッションやエンジンに組み込まれた軸受が高温（130～170℃程度）となるため、高温下における転がり寿命の長い軸受が求められている。

【0004】 このような高温下における転がり寿命の長い軸受として、特開平 3-82736 号公報には、低中炭素鋼に、Si、Cr、Mo、V 等の元素を添加した合金鋼により、内輪、外輪、および転動体の少なくとも一つを形成し、これに浸炭または浸炭窒化処理を施してから焼入れ、高温焼戻しを行い、平均残留オーステナイト量を 3% 以下としたものが開示されている。

【0005】 高温下での寸法安定性を上げるために高温で焼戻しをすると、一般に、硬さが低下するが、ここでは低中炭素鋼に Si、Cr、Mo、V 等が添加してあるため、このような高温焼戻しによる硬さの低下が抑制さ

れる。また、浸炭処理または浸炭窒化処理、焼入れ、焼戻し後には、合金鋼の表層部に Cr、Mo、V の炭化物が存在するため、これにより、内輪、外輪、または転動体の表層部を硬くすることができる。これらのことから、各部材の高温下における耐摩耗性が向上するため、この軸受は転がり寿命が長いものとなる。

【0006】 また、特開平 3-153842 号公報には、中炭素鋼に、Si、Cr、Mn、(Mo) 等の元素を添加した合金鋼により、内輪、外輪、および転動体の少なくとも一つを形成し、これに浸炭窒化処理を施してから焼入れ、高温焼戻しを行ったものが開示されている。これによっても、高温焼戻しによる硬さの低下が抑制されて、各部材の高温下における耐摩耗性が向上するため、転がり寿命の長い転がり軸受が得られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来の技術のうち、特開昭 64-55423 号公報に開示された技術では、異物混入による軸受の寿命低下の改善を目的とし、特開平 3-82736 号公報と特開平 3-153842 号公報とに開示の技術では、高温下における転がり寿命の向上を目的としているものであるというように、いずれのものも、転がり軸受が高温且つ異物混入潤滑下で使用される場合を考慮に入れてはいなかった。

【0008】 本発明は、このような従来技術の改良に關するものであり、高温であるとともに、異物が軸受内の潤滑剤中に混入している条件下において、良好な寸法安定性と長い転がり寿命との両方を保持できる転がり軸受を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、合金鋼からなる内輪、外輪、および転動体が、浸炭処理あるいは浸炭窒化処理された後に焼入れ、焼戻しされるか、または浸炭処理あるいは浸炭窒化処理されないで焼入れ、焼戻しされてなる転がり軸受において、前記合金鋼が、C を 0.10～1.00 重量%、Cr を 0.50～3.00 重量%、Si を 0.15～1.00 重量%、Mn を 0.20～1.50 重量%の各割合で含有し、残部が Fe および不可避免的に混入する不純物であるとともに、前記内輪と外輪とのうち、少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を 4 体積%以下とし、前記転動体の平均残留オーステナイト量を 20～30 体積%としたことを特徴とするものである。

【0010】 ここで、前記平均残留オーステナイト量とは、部材の表層部のみではなく、表面から芯部までの全体の残留オーステナイト量を部材の全体積で割った値をいう。また、C の含有率が 0.80 重量%未満である合金鋼で形成された内輪、外輪のうち少なくとも内輪については、浸炭処理あるいは浸炭窒化処理を行ってから、

焼入れ、高温焼戻しを行うことが好ましい。

【0011】

【作用】本発明においては、転がり軸受を構成する内輪、外輪、および転動体を形成する合金鋼として、Cを0.10～1.00重量%、Crを0.50～3.00重量%、Siを0.15～1.00重量%、Mnを0.20～1.50重量%の各割合で含有するものを使用するが、その理由は以下の通りである。

<C:0.10～1.00重量%>これは、通常の軸受用材料である肌焼鋼や軸受鋼の炭素含有率と同じである。Cの含有率が0.10重量%未満であると、浸炭処理や浸炭窒化処理にかかる時間が長くなる。Cの含有率が1.00重量%を超えると、表層部に巨大炭化物が形成される。

【0012】特に、内輪および外輪のうち少なくとも内輪を形成する合金鋼については、Cの含有率を0.10～0.80重量%とすることにより、平均残留オーステナイト量を小さく抑えることができる。一方、転動体を形成する合金鋼については、Cの含有率を0.80～1.00重量%と高めにすることにより、浸炭処理や浸炭窒化処理を施さずに、容易且つ低コストな焼入れ、焼戻しだけで平均残留オーステナイト量を高くすることができる。また、このようにして、浸炭処理や浸炭窒化処理を施さないで平均残留オーステナイト量を高くすれば、表層部と芯部とで残留オーステナイト量にほとんど差が生じないため、平均残留オーステナイト量の測定の際に、表層部についての測定のみで平均残留オーステナイト量が判定できる。

<Cr:0.50～3.00重量%>これにより、炭化物、炭窒化物、およびクロム窒化物を多量に析出させることができるとともに、これらの粒径を微細にすることができる。Crの含有率が0.50重量%未満であると、浸炭や浸炭窒化時に炭化物の巨大化が起こりやすい。Crの含有率が3.00重量%を超えると、表面にCr酸化物が形成されて炭素や窒素が入り難くなることから、浸炭、浸炭窒化特性が低下する。

<Si:0.15～1.00重量%>これにより、機械的性質と熱処理特性とがよいものとなる。Siの含有率が0.15重量%未満であると芯部の靱性が低下することになり、1.00重量%を超えると炭素や窒素が表面から入り難くなって、浸炭、浸炭窒化特性が低下する。

<Mn:0.20～1.50重量%>これにより焼入れ性がよくなるため、焼入れ後に靱性の高いものとすることができる。Mnの含有率が0.20重量%未満ではその作用が十分に発揮されず、1.50重量%を超えると、合金鋼の被切削性と熱間加工性が低下する。

【0013】これに加えて、本発明においては、転がり軸受を構成する軌道輪と転動体とにおいて、軌道輪のうちの少なくとも内輪と転動体とについて、その平均残留オーステナイト量を限定している。残留オーステナイト

は経時的にマルテンサイト化が進むため、残留オーステナイトを含むものには、時間がたつにつれて寸法変化が生じる。したがって、残留オーステナイト量が多いものを高温下で使用すると、オーステナイトの分解（マルテンサイト化）が促進されて、生じる寸法変化の量も大きくなる。

【0014】ここで、残留オーステナイト量の分解量に関する次式(1)、(2)により、初期の残留オーステナイト量が異なる各合金鋼を一定時間一定温度に保持する実験を行い、それぞれの残留オーステナイトの分解量を算出した。

$$\Delta \gamma_R = \gamma_{R0} (1 - e^{-Kt}) \quad \dots\dots (1)$$

($\Delta \gamma_R$: 残留オーステナイトの分解量

γ_{R0} : 初期の平均残留オーステナイト量

t : 保持時間

K : オーステナイト分解速度定数)

$$\log K = A - (B/T) \quad \dots\dots (2)$$

(A, B : 合金鋼の化学組成により決まる定数

T : 保持温度)

その結果、使用する合金鋼の化学組成が、Cを0.10～1.00重量%、Crを0.50～3.00重量%、Siを0.15～1.00重量%、Mnを0.20～1.50重量%である場合に、残留オーステナイトの分解量を所定値より小さくできる初期の平均残留オーステナイト量は、内輪、外輪では4体積%以下であり、転動体では20～30体積%であった。また、前記平均残留オーステナイト量としてより好ましい値は、内輪、外輪については2～4体積%であり、転動体については25～30体積%であった。

【0015】一方、前述の特開昭64-55423号公報に開示されているように、異物混入潤滑下で転がり軸受を使用する場合には、図1に断面図で示すように、異物との繰り返し接触により軌道面1の表面2に圧痕が生じ、この圧痕2のエッジ部2aに応力が集中して、ここからマイクロクラックが周囲に広がることになる。そして、このエッジ部2aの曲率rと圧痕2の半径cとの比「r/c」が大きいほど、エッジ部2aにおける応力の集中を緩和できる。

【0016】ここで、「r/c」値と残留オーステナイト量との関係を調べた結果（この公報の第5図を参照）から、残留オーステナイト量が45体積%以下である場合に、「r/c」値は残留オーステナイト量が増加するにつれて大きくなるため、残留オーステナイト量を大きくして「r/c」値を大きくすることにより、エッジ部2aにおける応力の集中を緩和して、軌道面1に生じる圧痕ダメージを小さくすることができる。そして、具体的には、表層部の残留オーステナイト量が20～45体積%の範囲であると、異物混入潤滑下において転がり寿命を長くできると開示されている。

【0017】しかしながら、異物混入潤滑下であり且つ

高温下の条件で転がり軸受が使用される場合には、当該転がり軸受を構成する内輪、外輪、および転動体の残留オーステナイト量が大きいと、前述のように、寸法変化が大きくなるため好ましくない。具体的には、内輪の内径が大きくなることにより、内輪と軸とのはめあいしるの不足が生じたり、ラジアル内部すきまが減少することにより、スムーズな回転ができなくなったりする。したがって、高温下での寸法精度を確保するという点からは、転がり軸受を構成する各部材の平均残留オーステナイト量を小さくする必要がある。

【0018】以上のことを総合するとともに、軌道輪のうち、特に内輪に関しては寸法変化が厳しく制限されることを考慮して、本発明の転がり軸受においては、軌道輪のうち少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を4体積%以下と小さくし、転動体の平均残留オーステナイト量を20~30体積%と大きくすることにより、異物が軌道輪と転動体との間に混入した状態で使用されても、軌道輪に生じる圧痕ダメージを小さくできるとともに、高温下での使用においても寸法変化を小さくできるようにした。

* 20

	含 有 率 (wt%, 但しTiとOは ppm)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti	O
A	0.42	0.41	0.77	0.012	0.007	0.08	1.53	0.90	0.11	30	7
B	0.96	0.43	1.31	0.011	0.008	0.08	1.25	0.08	0.08	30	8

【0021】また、SUJ2 (JISの高炭素クロム軸受鋼) により、前記と同様の単列深みぞ玉軸受用の内輪、外輪、および転動体 (玉) を形成し、それぞれ、焼入れ (加熱温度840℃、加熱時間30分間、油焼入れ)、焼戻し (加熱温度160℃、加熱時間100分間) を行った。さらに、SUJ2により前記と同様の転動体を形成して、焼入れ (加熱温度950℃、加熱時間30分間、油焼入れ)、焼戻し (加熱温度160℃、加熱時間100分間) を行った。この高温焼入れ品をSUJ2* と表示する。加えて、SUJ2により前記と同様の内輪を形成して、焼入れ (加熱温度840℃、加熱時間30分間、油焼入れ)、焼戻し (加熱温度230℃、加熱時間100分間) を行った。この高温テンパー品を「SUJ2**」と表示する。

【0022】なお、A鋼で形成された内輪に前述のようにして浸炭窒化処理、焼入れ、焼戻しを施したものについて、表面から芯部に向けての残留オーステナイト量の分布を測定した。その結果を図4にグラフで示す。このグラフから分かるように、この内輪の表層部における残留オーステナイト量は26.0体積%であり、この量が、表面からの距離が0.4mmのところまでは芯部に向かうにつれて急激に減少し、ここから先は約2.0体積%で飽和している。そして、全残留オーステナイト量を内輪の体積で割った値 (平均残留オーステナイト量)

30

40

50

* 【0019】

【実施例】以下、本発明を実施例により詳細に説明する。化学組成が本発明の範囲である下記の表1に示す組成の鋼A (C含有率0.42重量%) およびB (C含有率0.96重量%) により、単列深みぞ玉軸受用の内輪、外輪、および転動体 (玉) を形成した。そして、A鋼で得られた内輪、外輪、および転動体に対しては、図2に示すように、(a) 870~890℃で4時間、吸熱型ガスとエンリッチガスと5体積%のNH₃ (アンモニア) ガスとで構成される雰囲気炉内で浸炭窒化処理を施して油焼入れを行った後に、(b) 820~840℃で30分間の加熱後油焼入れを行った後に、(c) 220~240℃で100分間高温焼戻しを行った。また、鋼Bで得られたものに対しては、図3に示すように、(b) 860~880℃で30分間の加熱後焼入れを施した後に、(c) 160~180℃で100分間焼戻しを行った。

【0020】

【表1】

は4体積%であった。また、A鋼で形成された外輪および転動体に浸炭窒化処理、焼入れ、焼戻しを施したものについても、同様にして平均残留オーステナイト量を算出した。

【0023】また、B鋼、SUJ2からなる内輪、外輪、転動体に焼入れ、焼戻しを施したもの、およびSUJ2* からなる転動体、SUJ2** からなる内輪についても同様にして平均残留オーステナイト量を算出した。これらB鋼、SUJ2、SUJ2*、およびSUJ2** からなるものについては、浸炭窒化処理を行っていないため、残留オーステナイト量は深さ方向においてほぼ一定なものとなり、表層部における残留オーステナイト量と平均残留オーステナイト量とはほぼ同じ値となる。

【0024】さらに、各軸受の各部材について、ヴィッカース硬さHvを測定した。このようにして得られた各内輪、外輪、および転動体を、以下に挙げる表2、表3に示すように組み合わせ、実施例1~4および比較例1~7の単列深みぞ玉軸受を組み立てた。この軸受の外径は62mm、内径は47mm、幅は16mmである。＜寸法安定性試験＞下記の表2に示すような組み合わせで組み立てられた実施例1、3、4および比較例1、2、7の各軸受に対して、170℃における寸法安定性を調べる試験を行った。

【0025】すなわち、ラジアル内部すきま (以下、単

に「内部すきま」という)が $31\mu\text{m}$ である軸受を、直径 30mm の軸にしめしろ $17\mu\text{m}$ で圧入したところ、圧入後のラジアル内部すきまは $18\mu\text{m}$ であった。これをテンパー炉内に入れて 170°C に 1000 時間保持した後、各軸受の軸に対する圧入状態を調べた。また、試験後に軸受を軸から取り外し、内輪の内径寸法と内部すきまを測定した。

【0026】これらの結果を表2に併せて示す。なお、内径寸法に関しては、軸の直径 D_0 を基準と、測定された内輪の内径(直径) D_N との差「 $D_N - D_0$ 」の値 $\times 10$

*を、内径差として表2に示している。したがって、この内径差「 $D_N - D_0$ 」が $-17\mu\text{m}$ であれば内輪の内径に変化が生じていないことになる。また、軸に対する圧入状態の結果は、十分な圧入状態であれば「OK」と、軸が容易に軸受から抜ける状態であれば「抜け」というように表示した。また、表中では、「平均残留オーステナイト量」を「平均 γ_R 」と略して記載した。

【0027】

【表2】

			平均 γ_R (vol%)	表面硬さ (Hv)	内径差	圧入状態	内部すきま
実施例1	内輪	A鋼	4	742	$-4\mu\text{m}$	OK	$11\mu\text{m}$
	外輪	A鋼	3	750			
	転動体	B鋼	25	782			
実施例3	内輪	A鋼	4	743	$-5\mu\text{m}$	OK	$13\mu\text{m}$
	外輪	A鋼	3	751			
	転動体	B鋼	20	780			
実施例4	内輪	A鋼	2	750	$-7\mu\text{m}$	OK	$8\mu\text{m}$
	外輪	A鋼	2	751			
	転動体	B鋼	30	720			
比較例1	内輪	SUJ2	11	754	$+16\mu\text{m}$	抜け	$28\mu\text{m}$
	外輪	SUJ2	10	752			
	転動体	SUJ2	10	776			
比較例2	内輪	A鋼	4	742	$-4\mu\text{m}$	OK	$0\mu\text{m}$ (取付時に予圧状態となる)
	外輪	A鋼	3	750			
	転動体	SUJ2*	34	701			
比較例7	内輪	A鋼	5	740	$-1\mu\text{m}$	(NG)	$0\mu\text{m}$
	外輪	A鋼	5	742			
	転動体	SUJ2*	30	720			

【0028】表2から分かるように、実施例1, 3, 4と比較例2の軸受については、内輪外輪ともに平均残留オーステナイト量が4体積%以下であるため、内輪の寸法変化量が少なく軸との圧入状態が保たれていた。これに対して、比較例1の軸受では、内輪外輪ともに平均残留オーステナイト量が4体積%を大きく超えているため、内輪の内径が軸の直径に対して $+16\mu\text{m}$ とかなり大きくなってしめしろがなくなり、軸から軸受が容易に抜ける状態になっていた。なお、比較例7の軸受については、内輪外輪ともに平均残留オーステナイト量が4

体積%を超えてはいるが、5体積%であって本発明の範囲からのずれ量が小さいため、軸から軸受が容易に抜ける状態にはなっていなかった。しかしながら、後述の寿命試験で明らかになるように、軸と軸受との間にいわゆるクリープが生じるような不十分なしめしろとなっていた。

【0029】また、内部すきまに関しては、実施例1, 3, 4の軸受は、転動体の平均残留オーステナイト量が比較的小さいため、内部すきまの変化量を $20\mu\text{m}$ 程度に止めて「プラス」の内部すきまを保持することができ

た。これに対して、比較例 2 の軸受は、転動体の平均残留オーステナイト量が 30 体積%を超えているため、内部すきまが大きく変化して $0\mu\text{m}$ となっており、後述の寿命試験で明らかになるように、軸受の取付状態で予圧状態となって、軸受のスムーズな回転ができない不具合を生じることになる。また、比較例 7 の軸受については、転動体の平均残留オーステナイト量は 30 体積%で本発明の範囲にあるが、内輪外輪ともに平均残留オーステナイト量が 4 体積%を超えているため、内部すきまが大きく変化して $0\mu\text{m}$ となっている。なお、比較例 1 の軸受については、転動体の平均残留オーステナイト量が小さいことから、内部すきまの変化量が $3\mu\text{m}$ と小さくなっているが、内輪の平均残留オーステナイト量に起因して前述のような不具合がある。

【0030】以上のことから、内輪の平均残留オーステナイト量が 4 体積%であれば、試験後においても十分なしめしろが維持され、内輪の平均残留オーステナイト量が 4 体積%であって且つ転動体の平均残留オーステナイト量が 30 体積%以下であれば、内部すきまも十分に残ることが分かる。

<寿命試験>下記の表 3 に示すような組み合わせで組み立てられた実施例 1~4、比較例 2~7 の各軸受に対し

て、日本精工（株）製 玉軸受寿命試験機を用いて、下記の条件により異物混入潤滑下における L_{10} 寿命を測定した。

【0031】混入異物 : セメント系粒子

Hv : 540

直径 : $74\sim 147\mu\text{m}$

混入量 : 1000ppm

潤滑油 : タービン油

日本石油（株）製 FBK オイル RO150

10 荷重条件 : P (負荷荷重) / C (動定格荷重) = 0.32

軸受回転数 : 4900rpm

試験温度 : 170°C

すなわち、各種類の軸受 10 個ずつに対して上記条件により寿命試験を行い、ワイブル分布関数により、短寿命側から 10% の軸受にフレーキングが発生するまでの総回転時間を求め、これを寿命とした。その結果を表 3 に併せて示す。なお、表中では、「平均残留オーステナイト量」を「平均 γ_R 」と略して記載した。

20 【0032】

【表 3】

			平均 γ_R (vol%)	表面硬さ (H _v)	寿命 (時間)
実施例 1	内輪	A 鋼	4	742	88
	外輪	A 鋼	3	750	
	転動体	B 鋼	25	782	
実施例 2	内輪	A 鋼	4	742	94
	外輪	B 鋼	28	774	
	転動体	B 鋼	25	782	
実施例 3	内輪	A 鋼	4	743	83
	外輪	A 鋼	3	751	
	転動体	B 鋼	20	780	
実施例 4	内輪	A 鋼	2	750	85
	外輪	A 鋼	2	751	
	転動体	B 鋼	30	720	
比較例 2	内輪	A 鋼	4	742	72 (保持器破損 により ロック)
	外輪	A 鋼	3	750	
	転動体	SUJ2*	34	701	
比較例 3	内輪	SUJ2**	2	695	26
	外輪	SUJ2	10	752	
	転動体	SUJ2	10	776	
比較例 4	内輪	A 鋼	4	742	33
	外輪	A 鋼	3	750	
	転動体	SUJ2	10	776	
比較例 5	内輪	A 鋼	4	742	51
	外輪	B 鋼	28	774	
	転動体	A 鋼	3	756	
比較例 6	内輪	A 鋼	4	742	46
	外輪	A 鋼	3	750	
	転動体	A 鋼	3	756	
比較例 7	内輪	A 鋼	5	740	80 (クリープに 伴う振動発生 のため停止)
	外輪	A 鋼	5	742	
	転動体	SUJ2*	30	720	

【0033】表 3 の結果から分かるように、実施例 1～4 の各軸受の寿命は 80 時間を超える長いものとなっている。これに対して、比較例 2 の軸受は、前述のように、転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲の上限である 30 体積%を超えているため、内部すきまが“0”となっており、軸受の取付状態で予圧状態となる。そのため、寿命試験の時間が長くなるにしたがって

スムーズな回転ができなくなり、遂には保持器が破損して転動体が転がらなくなる「ロック現象」が生じた。

【0034】また、比較例 3～6 の軸受は、内輪の平均残留オーステナイト量については本発明の範囲内にあるが、転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲の下限である 20 体積%未満であるため、前述の「 r/c 」値（異物との繰り返し接触により軌道面の表面に生

じた圧痕のエッジ部の曲率 r と圧痕の半径 c との比) が小さくなり、圧痕のエッジ部における応力集中の緩和が十分に行われない。その結果、高温且つ異物混入潤滑下における転がり寿命が短くなった。

【0035】さらに、比較例 7 の軸受は、内輪の平均残留オーステナイト量が 4 体積%を超えているため、内輪の寸法変化量が大きく軸との間のしめしろが不十分となっており、寿命試験の時間が長くなるにしたがって軸と軸受との間にいわゆるクリープが生じ、これに伴って発生する振動が大きくなったため試験機の作動を停止し

た。

【0036】以上のデータを、内輪の平均残留オーステナイト量と寸法安定性試験後の内径差 (前記「 $D_w - D_o$ 」) との関係について整理したグラフを図 5 に、転動体の残留オーステナイト量と寸法安定性試験後の内部すきまとの関係、および転動体の残留オーステナイト量と寿命試験により測定された寿命との関係について整理したグラフを図 6 にそれぞれ示す。なお、図 5 中では、

「平均残留オーステナイト量」を「平均 γ_R 」と略して記載した。

【0037】図 5 において、「○」は、内輪および転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲にある、表 2, 3 で「実施例」と表記された軸受に関するデータであり、「●」は、内輪または転動体のいずれかの平均残留オーステナイト量が本発明の範囲から外れる、表 2, 3 で「比較例」と表記された軸受に関するデータである。また、斜線部は、内径差について、軸受と軸との間に寿命試験時にクリープが発生したり、寸法安定性試験後に軸から軸受が容易に抜ける状態になる等の不具合が発生する領域を示している。

【0038】図 5 のグラフから分かるように、内輪の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲である 4 体積%以下であれば、内輪の寸法変化が小さく抑えられて、軸受と軸との間のクリープ発生等の不具合が生じないことが明らかである。また、図 6 において、「○」および「●」は、寸法安定性試験後の内部すきまに関するデータを示し、このうち「○」は、内輪および転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲にある、表 2, 3 で「実施例」と表記された軸受に関するデータであり、「●」は、内輪または転動体のいずれかの平均残留オーステナイト量が本発明の範囲から外れる、表 2, 3 で「比較例」と表記された軸受に関するデータである。また、「□」および「■」は寿命試験により測定された寿命に関するデータを示し、このうち「□」は、内輪および転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲にある、表 2, 3 で「実施例」と表記された軸受に関するデータであり、「■」は、内輪または転動体のいずれかの平均残留オーステナイト量が本発明の範囲から外れる、表 2, 3 で「比較例」と表記された軸受に関するデータである。

【0039】図 6 のグラフから分かるように、転動体の平均残留オーステナイト量が 30 体積%以下であれば、内部すきまの減少を比較的小さく抑えることができる。また、転動体の平均残留オーステナイト量が本発明の範囲である 20~30 体積%であれば、高温且つ異物混入潤滑下における寿命を長くできることが明らかである。

【0040】なお、本発明における、内輪、外輪、および転動体を形成する合金鋼に、Mo を 2.00 重量%以下、Ni を 1.00 重量%以下の各割合で含有すると好適である。すなわち、Mo を含有することにより、焼入れ性が増進されて靱性を高めることができるが、この含有率が 2.00 重量%を超えると表層部に生じる炭化物の粒径が大きくなる。また、Ni を含有することにより、焼入れ組織が均質化されて耐衝撃性が向上できるが、これを 1.00 重量%を超えて含有させることは不経済であり、C, Si, Mn, Cr を増量した方が経済的である。このような目的で含有される Mo および Ni の含有率は 0.08 重量%以上とすることが好ましく、0.08 重量%以上含有することにより所定の効果が発揮され、前記各上限値以下で含有量を高めることにより前述の効果を高めることができる。

【0041】さらに、本発明の転がり軸受において、転動体の表層部における残留オーステナイト量が 20~45 体積%であると、異物混入潤滑下での寿命が長くなるため好適である。なお、ここでいう表層部は、軌道面の接触面にかかる接触圧から計算で求められるものであり、最大剪断応力位置 (表面からの深さ) を Z_0 とすると、表面より $Z_0 \sim 2Z_0$ の深さまでの部分、例えば、表面から 0.2~0.5 mm 程度の深さまでをいう。

【0042】また、前記実施例では、C の含有率が 0.80 重量%未満である A 鋼に対して浸炭窒化処理を施してから焼入れ、焼き戻しを行っているが、浸炭窒化処理の代わりに浸炭処理 (例えば、920~950℃で 3 時間) を行ってから焼入れ、焼き戻しを行ってもよい。さらに、前記実施例では、転動体として玉を備えた転がり軸受について述べられているが、本発明の転がり軸受は玉軸受に限定されず、各種ころ軸受に対しても適用されることは言うまでもない。

【0043】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、高温であるとともに、異物が軸受内の潤滑剤中に混入している条件下において、良好な寸法安定性と長い転がり寿命との両方を保持できる転がり軸受を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の作用を説明するための説明図である。

【図 2】実施例において A 鋼に施した浸炭窒化処理、焼入れ、高温焼戻しの条件を示すグラフであり、(a) は浸炭窒化処理の条件、(b) は焼入れの条件、(c) は高温焼戻しの条件に相当する。

15

【図3】実施例においてB鋼に施した焼入れ、焼戻しの条件を示すグラフであり、(b)は焼入れの条件、(c)は高温焼戻しの条件に相当する。

【図4】実施例においてA鋼に浸炭窒化処理、焼入れ、高温焼戻しして得られた内輪における残留オーステナイト量の分布を示すグラフである。

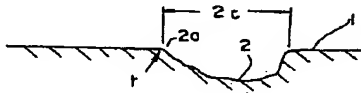
【図5】実施例におけるデータに関し、内輪の平均残留

16

オーステナイト量と寸法安定性試験後の内径差との関係について整理したグラフである。

【図6】実施例におけるデータに関し、転動体の残留オーステナイト量と寸法安定性試験後の内部すきまの関係、および転動体の残留オーステナイト量と寿命試験により測定された寿命との関係について整理したグラフである。

【図1】



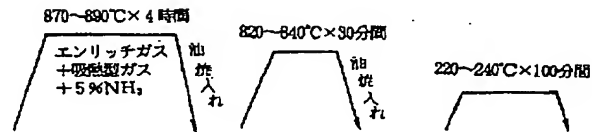
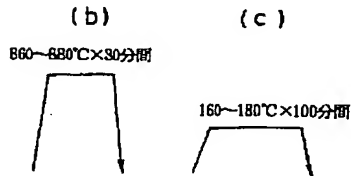
【図2】

(a)

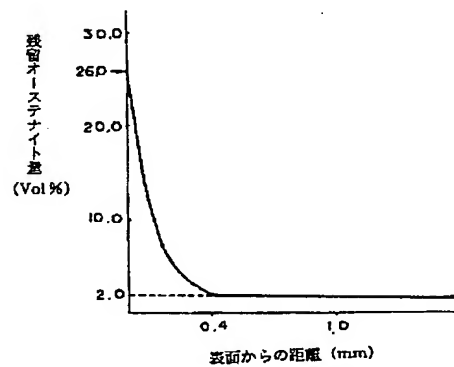
(b)

(c)

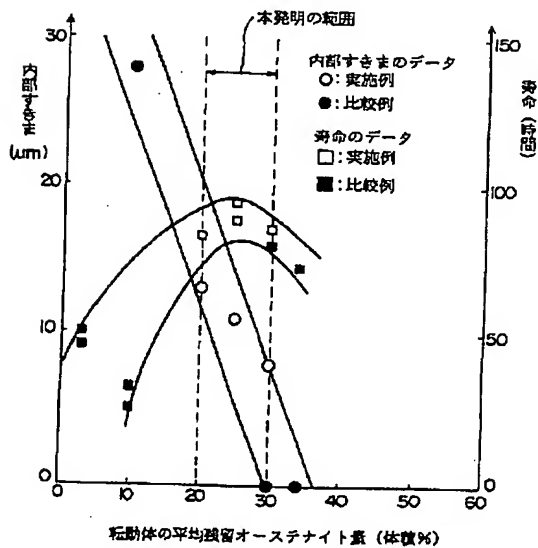
【図3】



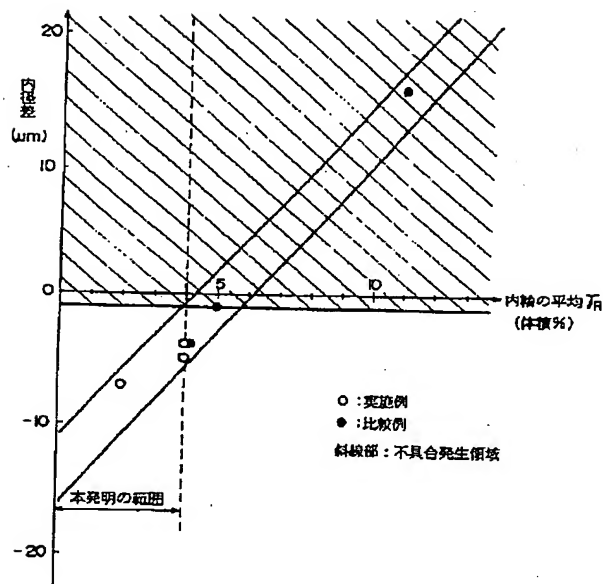
【図4】



【図6】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

F 1 6 C 33/32

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第5部門第2区分
【発行日】平成13年11月30日(2001.11.30)

【公開番号】特開平7-27139
【公開日】平成7年1月27日(1995.1.27)
【年通号数】公開特許公報7-272
【出願番号】特願平6-98926
【国際特許分類第7版】

F16C 33/62
C21D 9/40
C22C 38/00 301
38/18
C23C 8/32
F16C 33/32

【FI】

F16C 33/62
C21D 9/40 Z
C22C 38/00 301 N
38/18
C23C 8/32
F16C 33/32

【手続補正書】

【提出日】平成13年5月8日(2001.5.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】合金鋼からなる内輪、外輪、および転動体が、浸炭処理あるいは浸炭窒化処理された後に焼入れ、焼戻しされてなるか、または焼入れ、焼戻しされてなる転がり軸受において、

前記合金鋼が、Cを0.10~1.00重量%、Crを0.50~3.00重量%、Siを0.15~1.00重量%、Mnを0.20~1.50重量%の各割合で含有し、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物であるとともに、前記内輪と外輪とのうち、少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を4体積%以下とし、前記転動体の平均残留オーステナイト量を20~30体積%としたことを特徴とする転がり軸受。

【請求項2】内輪を形成する合金鋼のC含有率は0.10~0.80重量%である請求項1記載の転がり軸受。

【請求項3】転動体を形成する合金鋼のC含有率は0.80~1.00重量%である請求項1記載の転がり軸受。

【請求項4】前記合金鋼は、Moを2.0重量%以下、Niを1.0重量%以下の各割合で含有する請求項1~3のいずれか1項に記載の転がり軸受。

【請求項5】転動体の表層部の残留オーステナイト量は20~45体積%である請求項1~4のいずれか1項に記載の転がり軸受。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の転がり軸受は、合金鋼からなる内輪、外輪、および転動体が、浸炭処理あるいは浸炭窒化処理された後に焼入れ、焼戻しされてなるか、または焼入れ、焼戻しされてなる転がり軸受において、前記合金鋼が、Cを0.10~1.00重量%、Crを0.50~3.00重量%、Siを0.15~1.00重量%、Mnを0.20~1.50重量%の各割合で含有し、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物であるとともに、前記内輪と外輪とのうち、少なくとも内輪の平均残留オーステナイト量を4体積%以下とし、前記転動体の平均残留オーステナイト量を20~30体積%としたことを特徴とするものである。